



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11104955 A**

(43) Date of publication of application: 20.04.99

(51) Int Cl

B24B 37/04**B24B 49/14****B24B 49/16****H01L 21/304**

(21) Application number: 09270195

(22) Date of filing: 02.10.97

(71) Applicant: **SUMITOMO METAL IND LTD**(72) Inventor: **MIURA KIYOSHI
HASEGAWA KAZUTO
OBARA MOTOYUKI**(54) **POLISHING END POINT DETECTION METHOD,
POLISHING METHOD AND DEVICE**

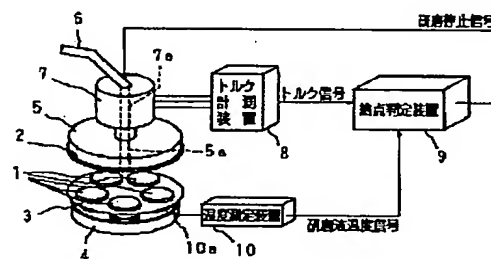
plate rotation drive device 7.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method by which a polishing end point can be detected accurately and easily and a polishing method using this and a polishing device used for its execution.

SOLUTION: In this device, a polishing liquid supplied to a polishing pad 2 is filled on a polishing surface between wafers 1 and the polishing pad 2 and a thermo-couple 10a for measuring the temperature of the polishing liquid at this position is installed on the flow out position, for example the outer periphery position of a polishing stand 3 not contacted with the polishing pad 2 and the thermo-couple 10a is connected to a temperature measuring device 10. A torque measuring device 8 for measuring the rotation torque is connected to a polishing surface plate rotation drive device 7 for driving a polishing surface plate 5 and the torque measuring device 8 and temperature measuring device 10 are connected to an end point judging device 9. The output signal (polishing stop signal) of the end point judging device 9 is given to the polishing surface



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-104955

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月20日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

B 2 4 B 37/04

B 2 4 B 37/04

D

49/14

49/14

49/16

49/16

H 0 1 L 21/304

3 2 1

H 0 1 L 21/304

3 2 1 M

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-270195

(22) 出願日

平成9年(1997)10月2日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 三浦 潔

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 長谷川 一人

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 小原 基之

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

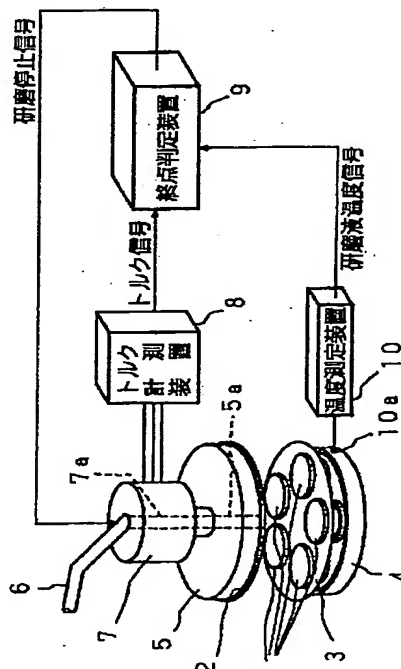
(74) 代理人 弁理士 河野 登夫

(54) 【発明の名称】 研磨終点検出方法、研磨方法及び研磨装置

(57) 【要約】

【課題】 研磨終点を正確に、しかも容易に検出することが可能な方法、これを用いた研磨方法及びその実施に使用する研磨装置を提供すること。

【解決手段】 研磨パッド2へ供給された研磨液が、ウエハ1、研磨パッド2間の研磨作用面を満たし、流出する位置、例えば研磨パッド2と接触しない研磨台3の外周位置には、この位置における研磨液の温度を測定するための熱電対10aが設置されており、熱電対10aは温度測定装置10に接続されている。研磨定盤5を駆動する研磨定盤回転駆動装置7には、その回転トルクを計測するトルク計測装置8が接続されており、トルク計測装置8及び温度測定装置10は、終点判定装置9に接続されている。終点判定装置9の出力信号(研磨停止信号)は研磨定盤回転駆動装置7へ与えられるようになってある。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 研磨液を供給しながら研磨材を摺接させて被研磨物を研磨する際の研磨終点を検出する方法において、予め所定研磨量を研磨した場合の研磨液の温度上昇値を求めておき、その後の研磨処理時に前記温度上昇値が得られた時点を研磨終点として検出することを特徴とする研磨終点検出方法。

【請求項2】 研磨液を供給しながら研磨材を回転摩擦させて被研磨物を研磨する際の研磨終点を検出する方法において、予め所定研磨量を研磨した場合の研磨液の温度上昇値を求めておき、その後の研磨処理時に、前記研磨液の温度及び前記研磨材の回転トルクを検出し、検出された回転トルクの変化率を求め、予め求めた前記温度上昇値が得られ、しかも前記回転トルクに所定の変化率が現れた時点を研磨終点として検出することを特徴とする研磨終点検出方法。

【請求項3】 研磨液を供給しながら研磨材を摺接させて被研磨物を研磨する方法において、予め所定研磨量を研磨した場合の研磨液の温度上昇値 ΔT_0 を求めておき、その後の研磨処理時に、研磨液の、研磨開始時点からの温度上昇値 ΔT_s を逐次求め、研磨進行率 $R = \Delta T_s / \Delta T_0$ を求め、研磨進行率 R が所定値に達した時点で研磨停止を指示することを特徴とする研磨方法。

【請求項4】 研磨液を供給しながら研磨材を摺接させて被研磨物を研磨する装置において、前記研磨液の温度を測定する手段と、予め所定研磨量を研磨した場合の研磨液の温度上昇値を求め、記憶しておく手段と、前記温度上昇値と研磨途中の温度上昇値とを比較する手段と、該手段による比較の結果、これらの値が一致した場合に研磨停止を指示する信号を出力する手段とを備えることを特徴とする研磨装置。

【請求項5】 前記研磨材を回転させる手段と、前記研磨材の回転トルクを検出する手段と、該回転トルクの変化率を求める手段とを備えることを特徴とする請求項4記載の研磨装置。

【請求項6】 研磨液を供給しながら研磨材を摺接させて被研磨物を研磨する装置において、予め所定研磨量を研磨した場合の研磨液の温度上昇値 ΔT_0 を求め、記憶しておく手段と、その後の研磨処理時に、研磨液の、研磨開始時点からの温度上昇値 ΔT_s を逐次求める手段と、研磨進行率 $R = \Delta T_s / \Delta T_0$ を求める手段と、研磨進行率 R が所定値に達した時点で研磨停止を指示する手段とを備えることを特徴とする研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、研磨液を供給しながら試料表面を研磨する際の研磨終点を検出する方法、これを用いた研磨方法及びその実施に使用する研磨装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体装置の高密度化、高精度化を目的として、ウエハ基板上に半導体素子を形成する際に、その表面の平坦化が実施されている。この平坦化は、半導体素子の形成途中、又はその最終工程として実施され、例えば化学的機械研磨装置（以下、CMP（Chemical Mechanical Polishing）装置という）が用いられている。

【0003】図7は、従来のCMP装置を示す模式的斜視図である。図中3は、被研磨物であるウエハ1を保持する円形の研磨台（メインテーブル）であり、5枚のウエハ1を載置し得る大きさを有する。また研磨台3は研磨台回転駆動装置4にて回転可能に支持されている。研磨台3の上方には、研磨台3と略同じ大きさの円形の研磨定盤5が同心的に配設されており、下面には研磨材である研磨パッド2が取り付けられている。研磨定盤5は、その上に設置された研磨定盤回転駆動装置7にて所定の回転速度で回転せしめられるようになしてあり、また図示しない昇降装置にて上下動可能になしてある。

【0004】研磨定盤5及び研磨定盤回転駆動装置7の回転中心には、互いに連通された研磨液流路5a、7aが夫々設けられており、研磨液流路7aの上端には、研磨液供給装置（図示せず）の研磨液供給チューブ6が連結されている。

【0005】このようなCMP装置において、研磨台3を研磨台回転駆動装置4にて1/5回転ずつ回転させて研磨台3上に5枚のウエハを保持させ、研磨液供給チューブ6から研磨液流路7a、5aを経て研磨パッド2へ研磨用研磨液を供給しながら、研磨パッド2とウエハ1とを接触させ、研磨定盤5を研磨定盤回転駆動装置7にて回転駆動することにより、5枚のウエハが1バッチとして同時に研磨される。

【0006】従来、CMP装置における研磨終点は、操業経験に基づき研磨時間のみで設定されており、タイマーにより研磨終了を検出している。詳細には、ウエハ表面に形成された被膜の所定の研磨厚みを、予め測定したCMP装置の研磨速度で除算し、得られた値に安全率を乗じた値を研磨時間として設定している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら研磨速度は、研磨パッドの磨耗、変形等の影響を受け易い。即ち磨耗、変形によって研磨パッドの厚みが減少すると、研磨荷重が減少し、研磨速度が急速に低下する。一般に1枚の研磨パッドで複数のバッチ研磨を行うが、磨耗度合いが大きい研磨パッドを用いた場合には、後半のバッチでウエハの研磨不足が生じ易い。このように、研磨時間のみで研磨終点を設定し、これを検出する方法は再現性に乏しく、1枚の研磨パッドを用いた研磨における前半と後半とで、安定した研磨量を得ることは困難である。

【0008】そこで例えば、研磨パッドと被研磨物との間における研磨作用面、又はその近傍の研磨部の温度

を、放射温度計又は熱電対で測定し、その温度変化から研磨終点を検出する方法が、特開平7-24708号公報、特開平7-94452号公報、特開平8-78369号公報に開示されている。研磨作用面、又はその近傍の研磨部は、研磨時の摩擦熱の発生によって温度が上昇するが、被研磨物の表面状態によって温度上昇率が異なる。被研磨物の表面に異種の膜（又は層）が積層されており、研磨によって異なる材質が露出した場合は、温度上昇率の変化が顕著に現れる。従ってこの温度上昇率の変曲点を検出することにより、所定膜が除去された研磨終点を検出することができる。

【0009】しかしながらCMP装置では、ウエハ表面と研磨パッド表面とが接触しているために、研磨作用面、又はその近傍の研磨部の温度測定は極めて困難である。また温度測定が1点で行われているために、ウエハ表面全体における平均的な研磨終点を検出しているとは言えず、信頼性に欠ける。

【0010】さらにこれら従来技術では、被研磨物の材質が変化した時点での温度変化を検出するため、材質が異なる位置まで研磨しない場合（即ち、膜を除去するのではなく、厚みを減じる場合）、また異種膜が形成されていない被研磨物を研磨する場合には適用することが困難である。また、研磨終点の検出のみを目的としているために、研磨の進行状況を把握することは考慮されていない。

【0011】本発明は、斯かる事情に鑑みてなされたものであり、研磨液の温度上昇値から研磨量を求めることにより、膜の除去及び厚みの減少の両方に適用が可能であり、信頼性が高く、しかも簡便に実施可能な研磨終点検出方法、研磨方法及びその実施に使用する研磨装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、研磨作用面の摩擦による発熱量が、研磨量と良好な相関関係を有することを見出し、さらにこの発熱量を研磨液の温度上昇値として検出可能であることを見出した。そこで、請求項1記載の発明は、研磨液を供給しながら研磨材を摺接させて被研磨物を研磨する際の研磨終点を検出する方法において、予め所定研磨量を研磨した場合の研磨液の温度上昇値を求めておき、その後の研磨処理時に前記温度上昇値が得られた時点を研磨終点として検出することとを特徴とする。

【0013】請求項4記載の発明は、研磨液を供給しながら研磨材を摺接させて被研磨物を研磨する装置において、前記研磨液の温度を測定する手段と、予め所定研磨量を研磨した場合の研磨液の温度上昇値を求め、記憶しておく手段と、前記温度上昇値と研磨途中の温度上昇値とを比較する手段と、該手段による比較の結果、これらの値が一致した場合に研磨停止を指示する信号を出力する手段とを備えることを特徴とする。

【0014】測定された研磨液の温度上昇値は、研磨量との相関関係が良好であり、研磨量を定量的に把握することができる。しかも温度測定は容易であり、研磨作用面の全体的な研磨進行をモニタしており、信頼性が高い。また温度上昇値は、研磨材（研磨パッド）の磨耗度合いによる影響がほとんど無い。

【0015】また温度上昇値は、同一材質の研磨中は徐々に大きくなり、その上昇率に顕著な変化は現れない。従って上昇率に変曲点が現れた場合、特に温度上昇値が急激に低下した場合は、研磨圧力、研磨液流量等の研磨条件が変化したと判断することができ、研磨の進行状況をモニタすることが可能である。

【0016】請求項2記載の発明は、請求項1において、研磨液を供給しながら研磨材を回転摩擦させて被研磨物を研磨する際の研磨終点を検出する方法において、予め所定研磨量を研磨した場合の研磨液の温度上昇値を求めておき、その後の研磨処理時に、前記研磨液の温度及び前記研磨材の回転トルクを検出し、検出された回転トルクの変化率を求め、予め求めた前記温度上昇値が得られ、しかも前記回転トルクに所定の変化率が現れた時点を研磨終点として検出することとを特徴とする。

【0017】請求項5記載の発明は、請求項4において、前記研磨材を回転させる手段と、前記研磨材の回転トルクを検出する手段と、該回転トルクの変化率を求める手段とを備えることを特徴とする。

【0018】回転トルクは、同一材質の研磨中は定常状態になり一定値を示すが、被研磨物の材質が変わるときに急激に変化するので、膜除去のための研磨終点を検出する場合に適用することができる。そして温度上昇値と併せて、終点の判定に使用することにより、さらに信頼性が向上する。また回転トルクが急激に低下した場合は、温度上昇値と同様、研磨条件が変化したと判断することができ、研磨の進行状況をモニタすることが可能である。

【0019】請求項3、6記載の発明は、研磨液を供給しながら研磨材を摺接させて被研磨物を研磨する方法及び装置において、予め所定研磨量を研磨した場合の研磨液の温度上昇値 ΔT_0 を求めておき、その後の研磨処理時に、研磨液の、研磨開始時点からの温度上昇値 ΔT_s を逐次求め、研磨進行率 $R = \Delta T_s / \Delta T_0$ を求め、研磨進行率 R が所定値に達した時点で研磨停止を指示することとを特徴とする。

【0020】研磨進行率 R を1以上の所定値に設定することにより、所定のオーバー研磨を実施して、ウエハ面内均一性を向上させることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明をその実施の形態を示す図面に基づき具体的に説明する。図1は、本発明に係る研磨装置の構成を示す模式的ブロック図である。図中3は、被研磨物であるウエハ1を保持する円形の研磨

台(メインテーブル)であり、5枚のウエハ1を載置し得る大きさを有する。また研磨台3は研磨台回転駆動装置4にて回転可能に支持されている。研磨台3の上方には、研磨台3と略同じ大きさの円形の研磨定盤5が同心的に配設されており、下面には研磨材である研磨パッド2が取り付けられている。研磨定盤5は、その上に設置された研磨定盤回転駆動装置7にて所定の回転速度で回転せしめられるようになしてあり、また図示しない昇降装置にて上下動可能になしてある。

【0022】研磨定盤5及び研磨定盤回転駆動装置7の回転中心には、互いに連通された研磨液流路5a、7aが夫々設けられており、研磨液流路7aの上端には、研磨液供給装置(図示せず)の研磨液供給チューブ6が連結されている。

【0023】研磨パッド2へ供給された研磨液が、ウエハ1、研磨パッド2間の研磨作用面を満たし、流出する位置には、この位置における研磨液の温度を測定するための熱電対10aが設置されており、熱電対10aは温度測定装置10に接続されている。熱電対10aの設置位置(温度測定位置)は、放熱による外乱を低減するために、発熱源であるウエハ1に近い位置、例えば研磨パッド2に接触しない研磨台3の外周位置が望ましい。

【0024】研磨定盤回転駆動装置7には、その回転トルクを計測するトルク計測装置8が接続されており、トルク計測装置8及び温度測定装置10は、終点判定装置9に接続されている。終点判定装置9の出力信号(研磨停止信号)は研磨定盤回転駆動装置7へ与えられるようになしてある。

【0025】図2は、終点判定装置9を示すブロック図である。終点判定装置9は、単位時間毎に温度測定装置10から出力された値と、研磨開始時の温度とから研磨中の温度上昇値 ΔT_s を求める上昇値演算部91と、別途入力された基準となる温度上昇値 ΔT_0 を記憶する記憶部92と、記憶部92に記憶されている温度上昇値 ΔT_0 と、上昇値演算部91で演算された温度上昇値 ΔT_s とを比較する比較部93と、比較部93の比較結果が一致した場合に研磨停止信号を出力する信号出力部94と、トルク計測装置8が出力するトルク信号から所定の変曲点を検出し、その信号を信号出力部94へ与える変曲点検出部95とを備える。

【0026】以上の如く構成された本発明装置において、研磨台3を研磨台回転駆動装置4にて1/5回転ずつ回転させて研磨台3上に5枚のウエハを保持させ、研磨液供給チューブ6から研磨液流路7a、5aを経て研磨パッド2へ研磨液を供給しながら、研磨パッド2とウエハ1とを接触させ、研磨定盤5を研磨定盤回転駆動装置7にて回転駆動することにより、5枚のウエハが同時に研磨される。

【0027】この研磨時における研磨液の温度が熱電対10aにて検出され、その電気信号は温度測定装置10へ与

えられる。温度測定装置10は、熱電対10aからの電気信号に基づいて、研磨液の温度を表す所定の研磨液温度信号を生成し、これを終点判定装置9へ与える。

【0028】また研磨時における研磨定盤5の回転トルクが、トルク計測装置8にて計測され、得られたトルク信号もまた終点判定装置9へ与えられる。終点判定装置9は、研磨液温度信号及びトルク信号の夫々を用いて研磨終点を検出し、研磨停止信号を研磨定盤回転駆動装置7へ与える。

【0029】研磨液温度信号を用いて研磨終点を検出する方法について、図3を参照しながら説明する。まず、ウエハ表面に形成されている被膜の、研磨前の膜厚を測定し(ステップS1)、この膜厚値と、到達膜厚値とをオペレータが入力する(ステップS2)。そうすると所定の研磨量(厚み)が所定の演算部にて演算される(ステップS3)。そして実際の連続研磨に先立ち、ウエハ研磨時の研磨液温度を、毎回初期温度を一定に保って、測定し(ステップS4)、演算された所定の研磨量(厚み)の研磨が行われた基準ウエハの研磨開始時及び終了時の研磨液の温度から、基準となる温度上昇値 ΔT_0 を求め、終点判定装置9の記憶部92にて記憶する(ステップS5)。

【0030】その後、実際の連続研磨を行いながら、温度測定装置10から得られる研磨液温度信号に基づいて終点判定装置9の上昇値演算部91が研磨時の研磨液温度上昇値 ΔT_s を演算し(ステップS6)、比較部93が下式により研磨進行率Rを計算する(ステップS7)。

$$R = (\Delta T_s / \Delta T_0) \times 100 (\%)$$

そして $R < 100$ 、即ち $\Delta T_s < \Delta T_0$ であるか否かを比較部93が判断し(ステップS8)、 $R < 100$ である場合は、ステップS6へ戻り研磨を続行する。そして $R \geq 100$ 、即ち $\Delta T_s \geq \Delta T_0$ となった場合、信号出力部94がその時点を研磨終点として判定し(ステップS9)、これにより研磨停止信号を研磨定盤回転駆動装置7へ与える(ステップS10)。

【0031】その後、終点判定装置9の信号出力部94は、ウエハ1の交換が終了したことを示す信号が与えられる(ステップS11)と、研磨液の温度低下を確認した後(ステップS12)、研磨停止信号を解除する(ステップS13)。これによりステップS6の連続処理が再開される。ステップS11において、所定時間が経過しても、ウエハ1の交換が終了したことを示す信号が与えられないと判断(ステップS14)した場合は、処理を終了する。

【0032】研磨定盤5の回転トルクを用いて研磨終点を検出する方法は、被研磨材の種類が変わる位置まで研磨する場合(所定膜を除去する場合)に適用することができる。即ち、トルク計測装置8からのトルク信号を受けた変曲点検出部95が、ある被研磨材の研磨中に安定していた回転トルクが急激に変化した時点を、被研磨材の

種類が変わった位置まで研磨された時点とし、研磨終点と判定する。この判定信号は信号出力部94へ与えられる。

【0033】従って研磨液の温度上昇値と回転トルクとの両方を用いて研磨終点を検出する場合(AND判定)は、信号出力部94が、比較部93からの信号と、変曲点検出部95からの信号とに基づいて、 $\Delta T_s \geq \Delta T_0$ となり、しかも回転トルクが急激に変化した時点で研磨停止信号を生成し、これを研磨定盤回転駆動装置7へ出力する。

【0034】本発明では、同一膜(又は層)の研磨中においても徐々に大きくなる研磨液の温度上昇値を用いる。この値は研磨量(厚み)と良好な相関関係を有するため、正確に研磨量(厚み)を把握することができる。そして所定の研磨量(厚み)に相当する温度上昇値が得られた時点を経験終点として検出する。また従来のように膜種が変わることによる温度上昇率の変化を検出する構成ではないので、研磨によって膜種が変わらない場合でも、即ち同一種の膜又は層を所定の量だけ研磨する場合にも適用することができる。

【0035】なおこの温度上昇値は、膜種が変化したとき、その変化率が変わるが、さらに上昇を続ける。従って膜種が異なる位置まで研磨する場合は、その時点までの温度上昇値を用いればよいので、同様に適用することができる。

【0036】研磨液の比熱は、温度による差異が僅かであるため、研磨毎の初期温度が多少変化しても、研磨量(厚み)と温度上昇値との関係はほとんど変化しない。従って再現性良く研磨終点を検出することができる。また研磨液の温度は5枚のウエハ全体の研磨による摩擦熱を代表して検出する測定値であり、また測温が容易であり、しかも得られた値は、研磨作用面全体の研磨進行をモニタすることになるので、局所的な値でなく、信頼性が高い。

【0037】さらに研磨進行率と比較しながら研磨を行うので、温度上昇値をプロットした曲線に変曲点が現れた場合、特に温度上昇値が低下した場合は、研磨圧力、研磨液流量等の研磨条件が変化したと見なすことが可能であり、研磨が順調に進行していないことを、この温度上昇値から検出することができる。

【0038】研磨液の温度上昇値と研磨定盤の回転トルク値との両方を使用した場合は、温度上昇値のみを用いた場合よりもさらに正確に、所定膜除去のための研磨終点を検出することができ、また上述した研磨時のトラブル発生を確実に検出することができる。

【0039】なお残膜が残らないように、研磨終点検出後に、更にオーバー研磨を行う構成としてもよい。この場合は研磨終点を検出した後、所定時間(例えば10秒)経過後に、信号出力部94が研磨停止信号を出力する。又は、Rが110%に達した時点で研磨停止信号を出力する。

【0040】このような構成では、オーバー研磨によって、ウエハの面内均一性を向上させ、処理を安定させることが可能である。

【0041】

【実施例】

実施例1. 被研磨物であるウエハ1として、シリコン基板上に、1500Åの凹凸差を有するシリコン酸化膜が形成されたものを用い、以下のような条件で実際に研磨を行った。回転トルクは、研磨定盤回転駆動装置7の電動機に印加される電力を出力し、その値と研磨定盤5の回転数とから算出した。

回転数: 45 rpm

研磨荷重: 300 gf/cm²

研磨液: 弱アルカリ液(pH=10)にシリカ微粒子を懸濁させたもの

研磨液流量: 2 SLM

【0042】図4は、研磨液の温度上昇値及び回転トルクの経時的変化を示すグラフである。シリコン酸化膜が研磨されている間、研磨液の温度は徐々に上昇し続け、下地であるシリコン基板が露出した時点で、その変化率が少し急激になり、さらにその変化率で上昇を続ける。また回転トルクに関しては、シリコン酸化膜の研磨開始直後に急激に上昇して、その後、定常状態となり一定値を示し、シリコン酸化膜が残り僅かになると、再度急激に上昇し始め、シリコン基板が露出した時点直後に安定する。

【0043】このように温度上昇値とトルクとは明らかに異なる変化を示しており、シリコン酸化膜の研磨中に、研磨の進行にも係わらず同じ値を示すトルクを用いる方法は、1種の膜又は層を所定量だけ研磨する場合の研磨終点検出には適用困難であることが判る。

【0044】これに対し、温度上昇値はシリコン酸化膜の研磨中に常に上昇し続けるので、任意の時点の特定が可能であることが明らかである。

【0045】実施例2. 図5は、研磨液の温度上昇値と研磨厚みとの相関関係を示すグラフである。図5よりこれらの間には良好な相関関係が存在することが判る。また、磨耗度合いが異なる2種の研磨パッドA、Bを用い、その他の条件は全く同一にして、研磨液の温度上昇値と研磨厚みとを同様に求めた。その結果も図5に併せて示す。磨耗度合いが異なる研磨パッドA、Bでは単位時間当たりの研磨厚み、即ち研磨速度は異なるが、研磨厚みと温度上昇値とがなす関係は略同じであり、略同一線上に各値がプロットされた。この結果より、同一の研磨条件で同一の膜を研磨する場合は、磨耗発熱に依存した温度上昇値は、摩擦に伴う損失エネルギーに対応し、研磨量(厚み)を表すといえる。

【0046】実施例3. 磨耗度合いが異なる2種の研磨パッドA、Bを用い、8000Åのシリコン酸化膜が形成された5枚ずつのウエハに対して、研磨厚みを2500Åと設

定し、基準となる温度上昇値を 27°C と設定して、研磨を5枚同時に実行した。研磨条件は実施例1と同様である。温度上昇値が 27°C になった後、研磨を停止し、膜厚計を用いて、ウエハ毎に41点で厚みを測定し、研磨厚みを求めた。その結果、いずれの研磨パッドを用いた場合も、5枚のウエハの平均研磨厚みは 2500\AA であり、表面の凹凸も平坦化されていた。従って本発明方法によれば、所定膜を所定厚みだけ正確に研磨することができることが実証された。

【0047】実施例4. 研磨途中にトラブルが発生した場合の、研磨液の温度上昇値及び回転トルクの測定値を図6に示す。トラブルは、研磨中に研磨荷重が高圧から低圧へ変化した場合である。この結果、回転トルクが約 $1/4$ に低下し、その直後に研磨液の温度上昇値も低下しており、トラブル発生と判断することができる。研磨液の温度上昇値または回転トルクの変化のいずれか一方だけでもトラブル発生を判定可能であるが、両方用いることにより、さらに確実に判定することが可能である。

【0048】

【発明の効果】以上のように本発明に係る研磨終点検出方法、研磨方法及びその実施に使用する研磨装置は、研磨液の温度上昇値を用いるので、摩擦による発熱量に対応した研磨進行状態を容易に把握し、正確に研磨量を認識することができる。従って所定膜（又は層）の所定量の研磨、及び所定膜の除去研磨の両方の場合に適用することができ、また実施が容易であり、しかも信頼性が高い等、本発明は優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る研磨装置を示す模式的斜視図である。

【図2】図1に示す終点判定装置を示すブロック図である。

【図3】本発明に係る研磨終点検出方法を示すフローチャートである。

【図4】研磨液の温度上昇値及び回転トルクの経時的変化を示すグラフである。

【図5】研磨液の温度上昇値と研磨厚みとの相関関係を示すグラフである。

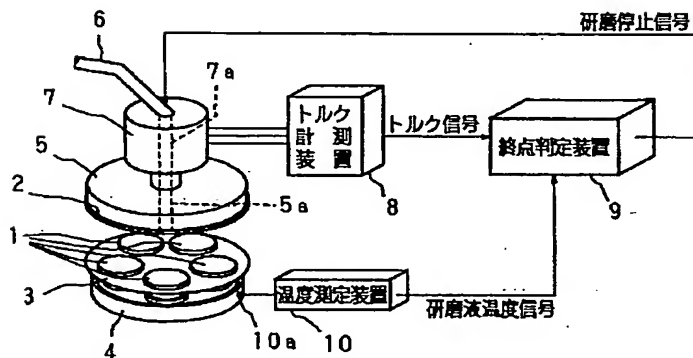
【図6】トラブル発生時の、研磨液温度上昇値及び回転トルクの測定値を示すグラフである。

【図7】従来のCMP装置を示す模式的斜視図である。

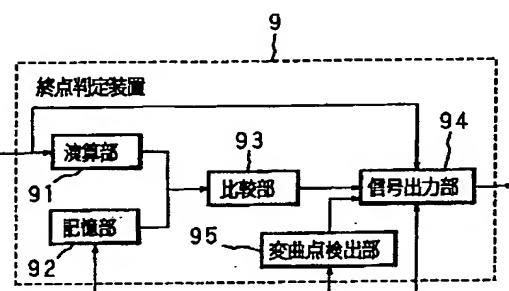
【符号の説明】

- 1 ウエハ
- 2 研磨パッド
- 6 研磨液供給チューブ
- 8 トルク計測装置
- 9 終点判定装置
- 10 温度測定装置
- 91 上昇値演算部
- 92 記憶部
- 93 比較部
- 94 信号出力部
- 95 変曲点検出部

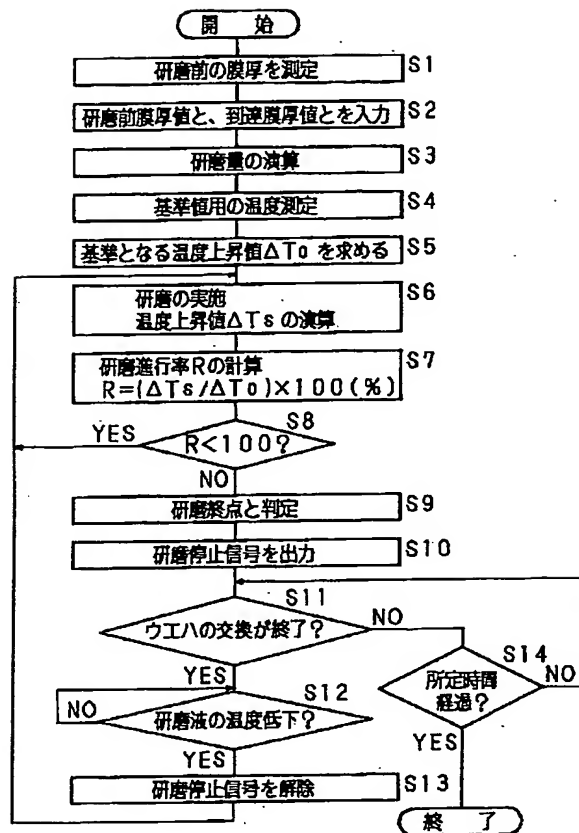
【図1】



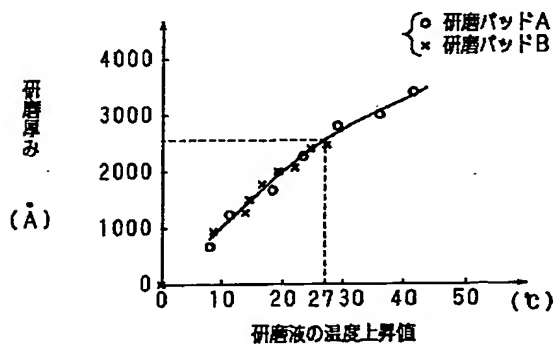
【図2】



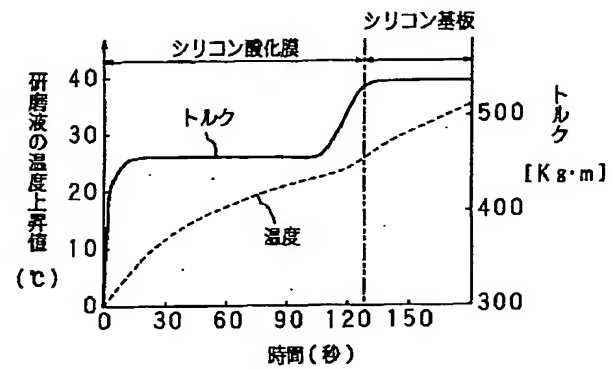
【図3】



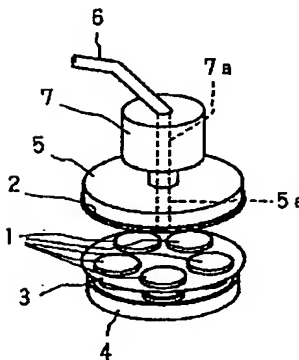
【図5】



【図4】



【図7】



【図6】

